

CLIPPEDIMAGE= JP401018132A

PAT-NO: JP401018132A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01018132 A

TITLE: OPTICAL COUPLER

PUBN-DATE: January 20, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIKII, SHIGERU

TAMURA, YASUAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

OKI ELECTRIC IND CO LTD

N/A

APPL-NO: JP62173848

APPL-DATE: July 14, 1987

INT-CL (IPC): G02F001/35;G02B027/28 ;G02F001/35 ;H01S003/096 ;H01S003/18

US-CL-CURRENT: 359/122

ABSTRACT:

PURPOSE: To stably obtain light of plural prescribed wavelengths with high output by independently controlling the temps. of plural semiconductor lasers so as to obtain the light of the prescribed wavelengths and synthesizing the resulted light, thereby obtaining excitation light.

CONSTITUTION: A temp. control means independently controls the temps. of the respective semiconductor lasers to control the temps. of the 1st and 2nd semiconductor lasers 11a, 11b to the temps. at which the wavelength of the 1st light outputted from the 1st semiconductor laser 11a and the wavelength of the 2nd light outputted from the 2nd semiconductor laser 11b attains the prescribed wavelengths varying from each other in proximity. The means similarly controls the temps. of the 3rd and 4th semiconductor lasers 11c, 11d to the temps. at

which the wavelength of the 3rd light and the wavelength of the 4th light attain the prescribed wavelengths varying from each other in proximity. The light of the plural prescribed wavelengths is, therefore, easily obtd. by the temp. control of the semiconductor lasers without selecting and obtaining the semiconductor laser which generates the light of the prescribed wavelength. The excitation light of the high output is obtd. by subjecting 4 beams of the resulted light of the prescribed wavelengths to wavelength multiplex synthesizing then to polarization synthesizing.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-18132

⑤ Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開 昭和64年(1989)1月20日
G 02 F 1/35	3 0 1	7348-2H	
G 02 B 27/28		8106-2H	
G 02 F 1/35	3 0 2	7348-2H	
// H 01 S 3/096		7377-5F	
3/18		7377-5F	審査請求 未請求 発明の数 2 (全9頁)

⑭ 発明の名称 光結合器

⑮ 特 願 昭62-173848

⑯ 出 願 昭62(1987)7月14日

⑰ 発 明 者 式 井 滋 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 ⑱ 発 明 者 田 村 安 昭 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 ⑲ 出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 山本 恵一

明 細 書

1. 発明の名称

光結合器

2. 特許請求の範囲

(1) (a) 第1乃至第4の半導体レーザ、

(b) 第1及び第2の半導体レーザから出力される第1の光及び第2の光を波長多重合成する第1の波長多重合成手段、

(c) 第3及び第4の半導体レーザから出力される第3の光及び第4の光を波長多重合成する第2の波長多重合成手段、

(d) 第1及び第2の波長多重合成手段の出力光を偏波合成して励起光を出力する偏波合成手段、

(e) 前記偏波合成手段からの励起光と増幅すべき信号光とを波長多重合成する第3の波長多重合成手段、

(f) 第1の光及び第2の光の波長を近接して異なる所定の波長とすると共に第3の光及び第4の光の波長を近接して異なる所定の波長とするよう

に第1乃至第4の半導体レーザの温度を独立に制御する温度制御手段、

とを具備することを特徴とする光結合器。

(2) (a) 第1乃至第6の半導体レーザ、

(b) 第1及び第2の半導体レーザから出力される第1の光及び第2の光を波長多重合成する第1の波長多重合成手段、

(c) 第1の波長多重合成手段の出力光及び第3の半導体レーザから出力される第3の光を波長多重合成する第2の波長多重合成手段、

(d) 第4及び第5の半導体レーザから出力される第4の光及び第5の光を波長多重合成する第3の波長多重合成手段、

(e) 第3の波長多重合成手段の出力光及び第6の半導体レーザから出力される第6の光を波長多重合成する第4の波長多重合成手段、

(f) 第2の波長多重合成手段及び第4の波長多重合成手段の出力光を偏波合成して励起光を出力する偏波合成手段、

(g) 前記励起光と増幅すべき信号光とを波長多

重する第5の波長多重合成手段、

(h) 第1乃至第3の光の波長を近接して異なる所定の波長とすると共に、第4乃至第6の光の波長を近接して異なる所定の波長とするように第1乃至第6の半導体レーザの温度を独立に制御する温度制御手段、

とを具備することを特徴とする光結合器。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光ファイバの誘導ラマン散乱による光直接増幅システムに使用される光結合器に関するものである。

(従来の技術)

角周波数 ω の光が物質に入射したとき、物質固有の振動状態、回転状態の遷移に対応する角周波数 $\omega \pm \Delta\omega$ の光を発生する現象はラマン散乱と呼ばれている。 $\omega - \Delta\omega$ の光はストークス光、 $\omega + \Delta\omega$ の光は反ストークス光と称される。角周波数 ω の強いレーザ光が物質に入射した場合に、ラマン散乱によりストークス光 $\omega - \Delta\omega$ が発生し、入

射光とのビートによって物質固有の振動 $\Delta\omega$ が励起され、更にラマン効果を起こすというパラメトリックな経過によって、誘導ラマン散乱が生ずる。

最近、光を直接増幅する手段の1つとして、光ファイバ材料の呈する非線形効果による誘導ラマン散乱現象を利用する方法が実験例を含めて、報告されている(例えば「ファイバラマン増幅の雑音の評価と受信プリアンプへの応用基礎実験」昭和60年度電子通信学会総合全国大会、No.1115、4-239;「長尺単一モードファイバのラマン増幅特性」昭和60年度電子通信学会総合全国大会、No.1113、4-237参照)。

第3図は、誘導ラマン散乱を利用した従来の光直接増幅システムの構成を示す図である。同図において、31は励起光を発生する光源、32は励起光と信号光とを合波する合波器、33は合波光の中から信号成分の波長のみを分離する波長分離器、34、35、36は光ファイバである。同図に示す光直接増幅システムでは、強い励起光を光ファイバ内に注

3

入することにより生ずるストークス光が、増幅されるべき信号光と大略、同一の波長になるように、励起光波長が選定されるようになっている。このため、この光直接増幅システムでは、光ファイバ36へ注入すべき励起光を発生する高出力の励起光発生用の光源31と該励起光および信号光を同一の光ファイバ36へ結合する合波器32が必要とされる。

即ち、光源31から光ファイバ34を介して入射した励起光と、光ファイバ35を介して入射した信号光とが合波器32で合波されて合波光となり、光ファイバ36へ出射される。励起光は、光ファイバ36中を伝搬することにより、信号光波長と大略同一の波長のストークス光を発生し、そのストークス光により信号光が増幅される。受信側では、波長分離器37を通して、信号光のみが取り出される。

半導体レーザは、従来用いられてきたYAGレーザ等の固体レーザに比べて、出力の点で及ばないが、小型、軽量で取り扱いも容易であり、発光波

4

長も、製造条件、材料条件により広範囲に制御できるなどの大きな利点を持つので、励起光発生用の光源として期待されている。しかし、半導体レーザ単体では、光出力が不足する。

そこで、これを解決するために、本出願人他が先に提案した光結合器では、複数の半導体レーザの出力光を合成して高出力の励起光とし、これを信号光と合成して出力している(特願昭61-260598号)。第4図はその光結合器の構成図であって、第3図で述べた光源31、合波器32及び光ファイバ34、35に相当する部分を示すものである。同図において、41a乃至41d半導体レーザ、42a乃至42dは偏波面保存型の光ファイバ、42eは信号光(λ_s)用の光ファイバ、42fは伝送用の光ファイバ、43a乃至43fは入射光を平行光にするコリメートレンズ、44a、44bは偏光ビームスプリッタ、45a、45bは特定の波長の光を通して、その他の波長の光を反射する干渉フィルタである。

次に動作を説明する。

5

6

半導体レーザ41a、41b から光ファイバ42a、42b にそれぞれ出射されて導波した同一波長 λ_1 を持つ2つの直線偏波光は、コリメートレンズ43a、43b を通過した後、互いに偏波直交して偏光ビームスプリッタ44a に入射して偏波合成される。一方、半導体レーザ 41c、41b から光ファイバ42c、42d に出射されて導波した同一波長 λ_2 を持つ2つの直線偏波光は、同様に、コリメートレンズ43c、43d を介して偏光ビームスプリッタ44b に入射して偏波合成される。偏光ビームスプリッタ44a、44b で合成された波長 λ_1 の光と波長 λ_2 の光は干渉フィルタ45a で波長多重されて合成(波長多重合成)される。即ち、同図に示すように、干渉フィルタ45a の面に入射した2つの光のうち、波長 λ_1 の光が反射され、一方波長 λ_2 の光が透過することにより合成される。このようにして、高出力の励起光が得られる。この励起光と光ファイバ42e からの波長 λ_3 を持つ信号光とが干渉フィルタ45b に入射し、同様にして、波長多重合成された後、光ファイバ42f に出射される。

7

を得ている。即ち、同図に示すように、半導体レーザ51a、51b で同一の波長 λ_1 の光を発光させ、光ファイバ52a、52b 及びコリメートレンズ53a、53b を介して偏光ビームスプリッタ54a で偏波合成する。同様にして、半導体レーザ51c、51d で得られた同一波長 λ_2 の光を偏光ビームスプリッタ54b で偏波合成すると共に、半導体レーザ51e、51f で得られた同一波長 λ_3 の光を偏光ビームスプリッタ54c で偏波合成する。偏光ビームスプリッタ54a の合成光と、偏光ビームスプリッタ54b の合成光とを干渉フィルタ55a で波長多重合成し、この合成光と偏光ビームスプリッタ54c の合成光とを干渉フィルタ55b で波長多重合成する。この結果得られた励起光と、光ファイバ52g からプリズム56を介して入射した信号光とを干渉フィルタ55c で波長多重合成したものを光ファイバ52h へ出射する。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、前記 成の光結合 では、干渉フィルタで低損失な波長多重合成を実現する波長

一般的に、光ファイバの誘導ラマン散乱による光直接増幅システムにおいては、増幅されるべき信号光の波長に対する励起光の波長は、厳密なものではなく、ある程度の波長帯域が許される。従って、励起光として、比較的接近した異なる波長の光を波長多重することで光出力を合成することができる。

第5図は従来の別の光結合器の構成例を示すものであって、第4図で述べた光結合器を更に発展させたものを示す。同図において、51a乃至51f は半導体レーザ、52a 乃至52f は偏波面保存型の光ファイバ、52g は信号光(λ_3)用の光ファイバ、52h は伝送用の光ファイバ、53a 乃至53h はコリメートレンズ、54a 乃至54c は偏光ビームスプリッタ、55a 乃至55c は干渉フィルタ、56はプリズムである。

次に動作を説明する。

同図の光結合器では、比較的接近した3種類の波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 について、各波長の光を2つずつ偏波合成した後、波長多重合成して励起光

8

λ_1 、 λ_2 の許容範囲は半導体レーザの製造のバラツキより、はるかに狭く、しかも同一波長の光を発生する半導体レーザを2つずつ入手することは、かなり困難であった。また、たとえ、波長 λ_1 、 λ_2 の光を発生する半導体レーザを用いたとしても、発光波長は半導体レーザの温度に依存するので、半導体レーザの駆動による発熱や、周囲温度により、波長が変化して、損失が増加するという問題点があった。

本発明は以上述べた問題点を解決し、半導体レーザの発光波長のバラツキを少なくすると共に、発光波長を安定化して、高出力で、しかも低損失の光結合器を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明の光結合器は、前記問題点を解決するために、第1の発明では、(a)第1乃至第4の半導体レーザ、(b)第1及び第2の半導体レーザから出力される第1の光及び第2の光を波長多重合成する第1の波長多重合成手段、(c)第3及び第4の半導体レーザから出力される第3の光及び第4

の光を波長多重合成する第2の波長多重合成手段、(d) 第1及び第2の波長多重合成手段の出力光を偏波合成して励起光を出力する偏波合成手段、(e) 前記偏波合成手段からの励起光と増幅すべき信号光とを波長多重合成する第3の波長多重合成手段、及び(f) 第1の光及び第2の光の波長を近接して異なる所定の波長とすると共に第3の光及び第4の光の波長を近接して異なる所定の波長とするように第1乃至第4の半導体レーザの温度を独立に制御する温度制御手段を具備するものである。

また、第2の発明では、(a) 第1乃至第6の半導体レーザ、(b) 第1及び第2の半導体レーザから出力される第1の光及び第2の光を波長多重合成する第1の波長多重合成手段、(c) 第1の波長多重合成手段の出力光及び第3の半導体レーザから出力される第3の光を波長多重合成する第2の波長多重合成手段、(d) 第4及び第5の半導体レーザから出力される第4の光及び第5の光を波長多重合成する第3の多重波長合成手段、(e) 第3

の波長多重合成手段の出力光及び第6の半導体レーザから出力される第6の光を波長多重合成する第4の波長多重合成手段、(f) 第2の波長多重合成手段及び第4の波長多重合成手段の出力光を偏波合成して励起光を出力する偏波合成手段、(g) 前記励起光と増幅すべき信号光とを波長多重する第5の波長多重合成手段、及び(h) 第1乃至第3の光の波長を近接して異なる所定の波長とすると共に、第4乃至第6の光の波長を近接して異なる所定の波長とするように第1乃至第6の半導体レーザの温度を独立に制御する温度制御手段を具備するものである。

(作 用)

第1の発明では技術的手段は次のように作用する。温度制御手段(例えば、後述する電気熱変換素子と温度制御回路)は、各半導体レーザの温度を独立に制御して、第1の半導体レーザから出力される第1の光の波長と第2の半導体レーザから出力される第2の光の波長を近接して異なる所定の波長となる温度に第1及び第2の半導体レーザ

1 1

の温度を制御するように働き、同様に第3の光の波長と第4の光の波長を近接して異なる所定の波長となる温度に第3及び第4の半導体レーザの温度を制御するように働く。

従って、所定の波長の光を発生する半導体レーザを選択して入手することなく、半導体レーザの温度制御により複数の所定の波長の光を容易に得ることができると共に周囲温度、自身の発熱による波長の変化を無くすることができる。この結果、得られた4つの所定の波長の光を第1及び第2の波長多重合成手段(例えば干渉フィルタ)で、それぞれ波長多重合成した後、偏波合成手段(例えば偏光ビームスプリッタ)で偏波合成することにより高出力の励起光が得られる。その後、励起光と信号光とが、第3の波長多重合成手段(例えば干渉フィルタ)で波長多重されて単一の伝送用の光ファイバへ出射することが可能となる。

第2の発明では、温度制御手段による独立した各半導体レーザの温度制御により、第1乃至第3の光が近接して異なる所定の波長となると共に、

1 2

第4乃至第6の光が、近接して異なる所定の波長となって半導体レーザから出力される。従って、第1の発明の場合と同様に、半導体レーザの発光波長に大きく制限されることなく、複数の所定の波長の光を安定して容易に得ることができる。このようにして得られた6つの所定の波長の光を3つつつ第1乃至第4の波長多重合成手段で波長多重合成した後、偏波合成手段で偏波合成して、低損失で、第1の発明の場合より更に高出力の励起光が得られる。その後、この励起光と信号光とが第5の波長多重合成手段で波長多重合成されて単一の伝送用の光ファイバへ出射することが可能となる。

(実施例)

第1図は本発明の第1の実施例の光結合器の構成を示す図である。同図において、11a乃至11bは半導体レーザ、12a乃至12fは光ファイバ、13a乃至13fはコリメートレンズで、第4図で述べた光結合器の同名の構成要素と対応し、半導体レーザ11a～11dが、後述するように、温度制御

1 3

1 4

されて異なる波長の光を発生することを除いて同一である。14a乃至14cは特定の波長の光を透過し、その他の波長の光を反射する干渉フィルタ、15は偏光ビームスプリッタ、17a乃至17dは半導体レーザ11a～11dに設けられるペルチェ素子等の電気熱変換素子、18a乃至18dは各半導体レーザの温度を検出して電気熱変換素子17a～17dを介して後述する所定の波長の光を発光する所定温度になるように各半導体レーザの温度制御を独立に行う温度制御回路である。

本発明では、半導体レーザの発光波長が温度によって変動することを積極的に利用している。例えば、ファブリーペロー型の半導体レーザでは、発光波長が $1.3 \mu\text{m}$ のもので、約 $0.35\text{nm}/^\circ\text{C}$ の変化率となる。従って、各半導体レーザを温度制御することにより、その発光波長を制御することができる。

そこで、第1の実施例では、半導体レーザ11aの発光波長を入。とするように、温度制御回路18aにより電気熱変換素子17aを発熱又は吸熱さ

せて所定温度に温度制御することにより、設定する。同様に、半導体レーザ11bの発光波長を入。に近接するが異なる波長の入。とし、半導体レーザ11cの発光波長を入。、半導体レーザ11bの発光波長を入。と近接するが異なる波長の入。とするように、それぞれ、対応する温度制御回路18b、18c、18dにより電気熱変換素子17b、17c、17dを介して温度制御することにより設定する。

次に、第1の実施例の動作について述べる。

光ファイバの誘導ラマン散乱による光直接増幅システムにおいては、増幅されるべき信号光の波長に対する励起光の波長は厳密なものではなく、ある程度の波長帯域が許される。従って、励起光として、比較的接近した異なる波長の光を波長多重することで、光出力を合成することができる。また、干渉フィルタによる波長多重合成をする時、2つの光の波長は離れている方が低損失で合成することができる。よって、高出力の励起光を得るために、半導体レーザ11a、11cの発光波長

1 5

入。、入。は、許される励起光波長帯域の最も短い波長入。(もしくは、最も長い波長入。)であり、また、半導体レーザ11b、11dの発光波長入。、入。は、許される励起光波長帯域の最も長い波長入。(半導体レーザ11a、11cの出力光の波長が入。のときは、入。)であることが望ましい。温度制御回路18a～18dにより、電気熱変換素子17a～17dを介してそれぞれ対応する半導体レーザを温度制御し、発光波長に温度依存性のある半導体レーザを、前記入。もしくは前記入。で発光させる。このように、発光波長が制御された半導体レーザ11a及び11bから発せられ、光ファイバ12a及び12bにより導波された2つの直線偏波光は、偏波面が、偏光ビームスプリッタ15の境界面に対してS波となるように設定され、干渉フィルタ14aに入射し、波長多重合成される。合成された光は、偏光ビームスプリッタ15にて反射した後、更に、波長入。の信号光のみを通過し、他の波長の光を反射する機能を持つ干渉フィルタ14cにて再び反射し、伝送用の光ファイバ44fに

1 6

結合される。同様に、温度制御回路18c、18dをもつ電気熱変換素子17c、17dの温度制御により発光波長がそれぞれ制御された半導体レーザ11c、11dから発せられ、光ファイバ12c、12dにより導波された2つの直線偏波光は、偏波面が、偏光ビームスプリッタ15の境界面に対してP波となるように設定され、干渉フィルタ14bに入射し、波長多重合成される。合成された光は、偏光ビームスプリッタ15を通過した後、更に、干渉フィルタ14cにて、反射し、伝送用の光ファイバ12fに結合される。また、光ファイバ12eにより導波され波長入。をもつ信号光は、干渉フィルタブロック14cを通過し、伝送用の光ファイバ44fに結合される。すなわち、光ファイバ12a～12eからの光は、全て伝送用の光ファイバ12fに結合されることになる。

第2図は本発明の第2の実施例を示す光結合器の構成図であって、光結合器の出力を増加させるため、6個の半導体レーザの出力光を合成するものを示す。同図において、21a乃至21fは半導体

1 7

1 8

レーザ、22a乃至22hは光ファイバ、23a乃至23hはコリメートレンズ、24は偏光ビームスプリッタ、25a乃至25eは干渉フィルタであり、第5図で述べた光結合器の同名の構成要素にそれぞれ対応する。26a乃至26fは半導体レーザ21a～21fに設けられるペルチェ素子等の電気熱変換素子、27a乃至27fは各半導体レーザの温度を検出して、各半導体レーザから所定の波長の光を発生させるような温度に、対応する電気熱変換素子の発熱又は吸熱を制御して温度制御する温度制御回路である。

次に第2の実施例の動作を説明する。

半導体レーザ21aの発光波長を λ_1 、半導体レーザ21bの発光波長を λ_1 と近接するが異なる波長の λ_2 に、半導体レーザ21cの発光波長を λ_1 、 λ_2 に近接するが異なる波長 λ_3 に、半導体レーザ21dの発光波長を λ_1 、半導体レーザ21eの発光波長を λ_1 と近接するが異なる波長 λ_3 に、半導体レーザ21fの発光波長を λ_1 、 λ_3 に近接するが異なる波長 λ_4 にそれぞれ温度

制御回路27a～27fにより電気熱変換素子26a～26fを介して温度制御する事を通して、各波長で発光させる。温度制御された6個の半導体レーザ21a～21fのうち、3個の半導体レーザ21a～21cから光ファイバ22a～22cを介して出力される波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光(直線偏波光)をコリメートレンズ23a～23cを介して干渉フィルタ24a、24bで波長多重合成する。残りの3個の半導体レーザ21d～21fについても半導体レーザ21a～21cの場合と同様に、干渉フィルタ24c、24dで波長多重合成した後、波長 λ_1 ～ λ_3 の合成光を変更ビームスプリッタ24で偏波合成して第1の実施例の場合より高出力の励起光を得ている。この励起光と光ファイバ22gを介して入射する信号光(λ_s)とを干渉フィルタ25eで波長多重合成して光ファイバ22bへ出射する。

第1図で述べた第1の実施例によれば次のような効果が得られる。

(1) 励起光として使用する半導体レーザの発光波長を半導体レーザを温度制御することにより最

19

適な発光波長にて使用する為、波長多重による損失が少なく高出力の励起光が得られる。

(2) 製造のばらつきの大きい半導体レーザの発光波長を温度制御により最適波長にすることができるため、半導体レーザの使用波長範囲が広がる。

(3) 半導体レーザの駆動電流の変化や、周囲温度の変化による半導体レーザの温度変化に伴う波長の移動を抑えることができ安定した励起光出力が得られる。

(4) 2つの半導体レーザの出射光を同一偏波面内において、波長多重しているので、P波とS波で特性が異なる干渉フィルタ特性の影響を受けず低損失で合成される。

(5) 半導体レーザのコリメートレンズを介した後の偏波クロストークは従来の報告例によれば16dB以上であり、偏光ビームスプリッタでの偏波クロストークによる損失は約0.1dBと低損失である。

(6) 得られた高出力の励起光と他の波長帯の増

20

幅されるべき信号光とを波長多重合成器に直接(途中に、レンズ系、光ファイバ系を介さないで)供給し、波長多重合成させることができるので低損失な結合が可能となる。

また、第2図で述べた第2の実施例についても同様の効果が得られる。第1の実施例より、波長間隔が狭いため、波長多重合成による損失は大きい、6つのレーザ光を合成している為、高出力の励起光が期待できる。特に、信号光波長に対する励起光の許容波長が大きいとき及び鋭い波長損失特性の干渉フィルタが得られた時には、非常に高出力の励起光が得られる。

また、第1及び第2の実施例ともに、励起光の伝送用の光ファイバ(22f、22h)内での光パワーとして、200mW以上が期待できる。誘導ラマン散乱の励起光として200mWは十分な値でありこのために、半導体レーザを余裕をもって駆動でき、信頼性が高い。また、半導体レーザが、例えば1つ故障しても大きな障害とならない。

(発明の効果)

21

22

以上詳細に説明したように本発明によれば、複数の半導体レーザの温度を所定の波長の光が得られるように独立に制御し、得られた光を合成して励起光を得るように構成しているのので、半導体レーザの固有の発光波長により大きく制約を受けることなく、複数の所定の波長の光を安定して容易に得ることができると共に、高出力で、しかも低損失の光直接増幅システム用の光結合器を実現することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図及び第2図はそれぞれ本発明の第1及び第2の実施例を示す構成図、第3図は従来の光直接増幅システムの構成図、第4図及び第5図は従来の光結合器の構成図である。

11a ~ 11d、21a ~ 21f … 半導体レーザ、
12a ~ 11f、22a ~ 22h … 光ファイバ、
13a ~ 13f、23a ~ 23h … コリメートレンズ、
14a ~ 14c、25a ~ 25e … 干渉フィルタ、
15、24 … 偏光ビームスプリッタ、

17a ~ 17d、26a ~ 26f … 電気熱変換素子、
18a ~ 18d、27a ~ 27f … 温度制御回路。

特許出願人

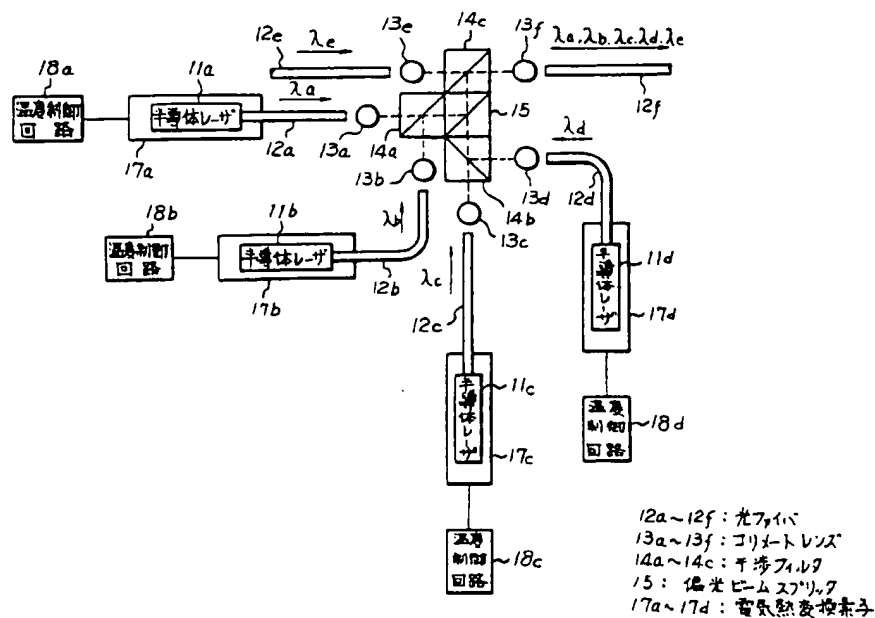
沖電気工業株式会社

特許出願代理人

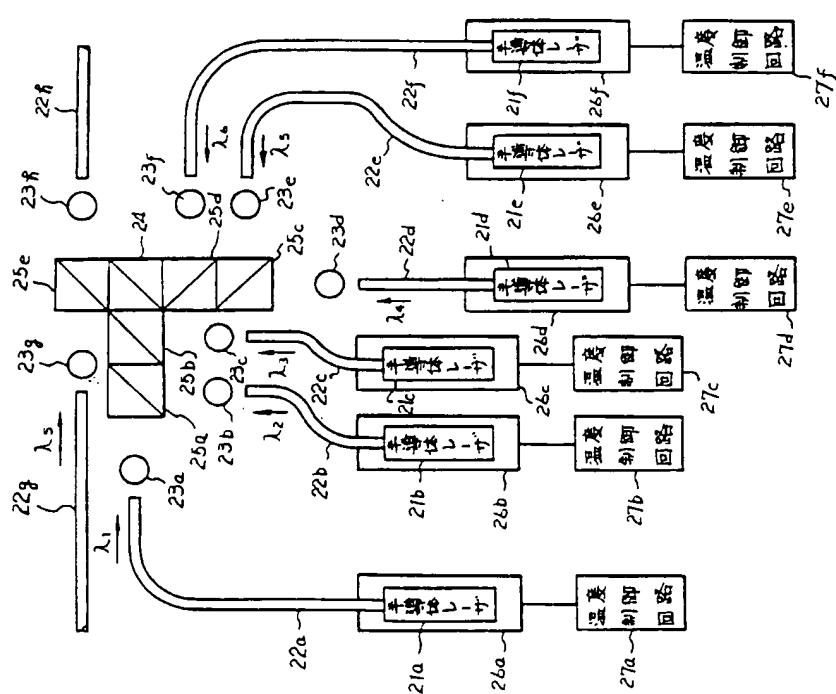
弁理士 山本恵一

2 3

2 4



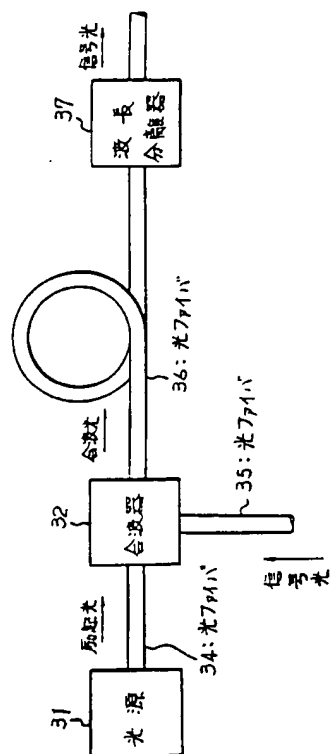
本発明の第1実施例の構成図
第1図



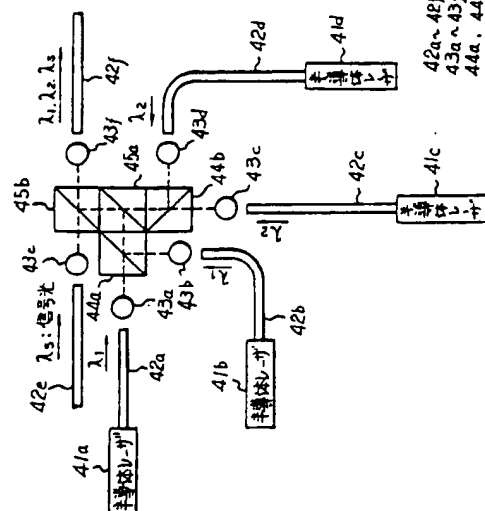
22a~22f: 光ファイバ
23a~23f: コリメートレンズ
24: 偏光ビームスプリッタ
25a~25e: 干渉フィルタ
26a~26f: 電気伝導要素

本発明の第2実施例の構成図

第2図

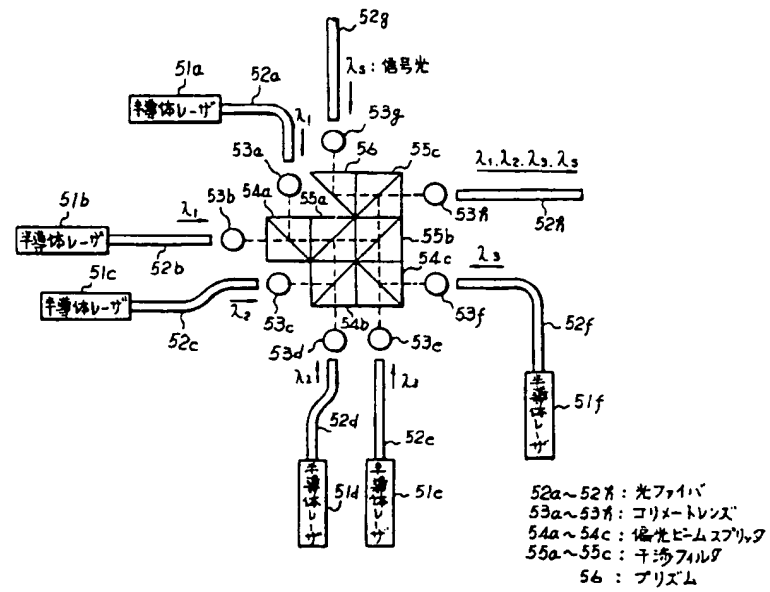


従来の光直接増幅システムの構成図
第3図



従来の光結合器の構成図
第4図

42a~42f: 光ファイバ
43a~43f: コリメートレンズ
44a, 44b: 偏光ビームスプリッタ
45a, 45b: 干渉フィルタ



従来の別の光結合器の構成図
 第5図